

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-075750

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H01F 27/32

H01F 27/24

H01F 27/34

H01F 27/38

H01F 29/12

H01F 30/00

H02M 3/28

(21)Application number : 2000-261587

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 30.08.2000

(72)Inventor : MIKAMI HITOSHI

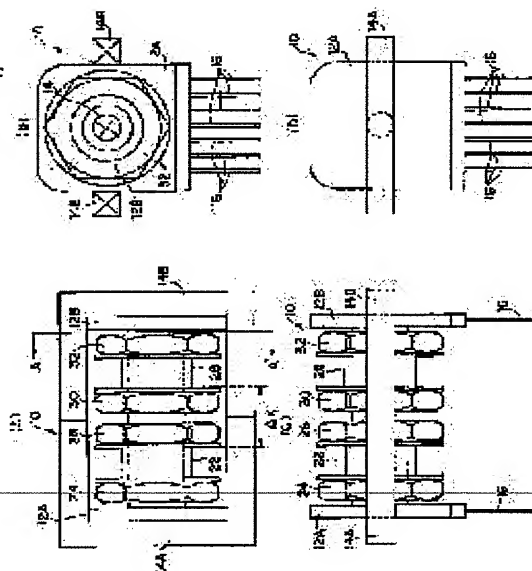
(54) TRANSFORMER AND POWER UNIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a transformer, which can easily make leakage inductances variable and a power unit, which can effectively utilize the capacity of the transformer.

SOLUTION: The transformer 10 is provided with bobbins 12 and a core 14. The center shaft of one 12A of the bobbins 12 passes through a bobbin 22 for primary winding, and the bobbin 22 is fixed to the bobbin 12a by tightening nuts 24 and 26 from both sides. Similarly, the center shaft of the other bobbin 12B passes through a bobbin 28 for secondary winding and the bobbin 28 is fixed to the bobbin 12B, by tightening nuts 30 and 32 from both sides. The position of the bobbin 28 for secondary winding can be adjusted, by adjusting the tightening positions of the nuts 24, 26, 30, and 32.

Therefore, the distance ΔX between primary and second windings can be set arbitrarily.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-75750

(P2002-75750A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002. 3. 15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 F	27/32	H 0 1 F	27/32 B 5 E 0 4 4
	27/24		27/34 5 E 0 5 8
	27/34		27/38 5 H 7 3 0
	27/38		29/12 A
	29/12	H 0 2 M	3/28 H
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-261587(P2000-261587)

(22) 出願日 平成12年8月30日 (2000. 8. 30)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 三上 均

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社海老名事業所内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外 3 名)

Fターム (参考) 5E044 BA04 BA06 BB02

5E058 BB19 BB20

5H730 AA15 BB27 DD04 DD16 FD31

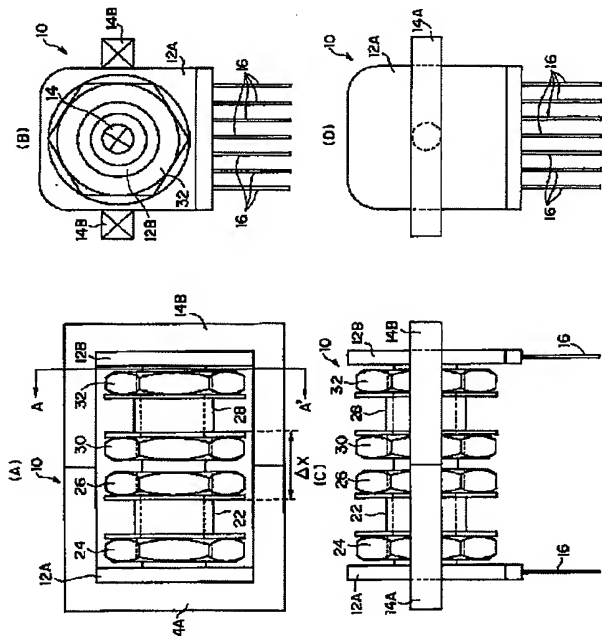
ZZ16

(54) 【発明の名称】 トランス及び電源装置

(57) 【要約】

【課題】 漏洩インダクタンスを容易に可変にすることができ、トランス及びトランス容量を有効に利用することができる電源装置を提供する。

【解決手段】 トランス10はボビン12及びコア14を備えている。ボビン12Aの中軸は一次巻線用ボビン22を挿通しており、一次巻線用ボビン22はナット24、26によって両側から締め付けられることによりボビン12Aに固定される。同様に、ボビン12Bの中軸は二次巻線用ボビン28を挿通しており、二次巻線用ボビン28はナット30、32によって両側から締め付けられることによりボビン12Bに固定される。ナット24、26、30、32の締め付ける位置を調整することにより、二次巻線用ボビン28の位置を調整することができる。これにより一次巻線と二次巻線との間の巻線間距離 ΔX を任意に設定することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一次巻線を巻くための第 1 のボビンと、二次巻線を巻くための第 2 のボビンと、前記第 1 のボビン及び前記第 2 のボビンを挿通する鉄心と、前記鉄心の長手方向における前記第 1 ボビンと前記第 2 ボビンとの距離を調整するための調整手段と、を備えたトランス。

【請求項 2】 前記調整手段は、前記第 1 のボビン及び前記第 2 のボビンの少なくとも一方を移動可能に支持する支持手段であることを特徴とする請求項 1 記載のトランス。

【請求項 3】 前記調整手段は、前記長手方向における前記第 1 のボビンと前記第 2 のボビンとの距離を規制するスペーサであることを特徴とする請求項 1 記載のトランス。

【請求項 4】 一次巻線及び二次巻線を巻くためのボビンと、前記ボビンを挿通するための軸部を有し、かつ前記一次巻線及び前記二次巻線が巻かれたボビンの周囲の所定領域に連結した第 1 の鉄心と、前記軸部に連結され、前記第 1 の鉄心に対して前記所定領域と異なる所定領域に回転可能に支持された第 2 の鉄心と、を備えたトランス。

【請求項 5】 複数の一次巻線と二次巻線とが巻かれたボビンと、前記ボビンを挿通するための鉄心と、を備えたトランスと、前記複数の一次巻線に印加する電力をスイッチングするためのスイッチング手段と、前記二次巻線側に誘起する電力に応じて対応する一次巻線を選択するための選択手段と、を備えた電源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トランス及び電源装置に係り、特に、スイッチング電源に用いられるトランス及び電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、スイッチング電源装置において高効率化や低ノイズ化を図るためにソフトスイッチング動作をさせる場合、電圧や電流の立ち上がりや立下りを緩やかに行うためにインダクタンスやコンデンサを用いることが知られている。

【0003】特に、インダクタンスを用いる場合には、コストを低減するために別個にインダクタンスを設けることなく漏洩インダクタンスを用いる例が 1998 年 1 月度及び 1999 年 2 月度のスイッチング電源テクニカルフォーラム（社団法人日本能率協会）のテキストに記載さ

れている。

【0004】これによれば、ソフトスイッチング用として使用するインダクタンスの漏洩インダクタンス値は非常に小さく、トランスを構成するコア及び巻線の構造の微妙な違いにより大きく変化することが判明している。このため、目標とする漏洩インダクタンス値を得ることは困難であり、従来では漏洩インダクタンスを目標値に設定するために、トランスを製造した後に漏洩インダクタンスを測定し、目標とする漏洩インダクタンスを持つトランスを選別しており、製品の歩留まりが悪くなる、という問題があった。

【0005】一方、ハードスイッチング用のトランスは、一次巻線、二次巻線の鎖交磁束を極力大きくし、漏洩インダクタンスは極力小さくするように設計される。図 11 にハードスイッチング用トランスの断面図を示した。図 11 に示すように、トランス 100 は、ボビン 102 に二次巻線 104 が巻かれ、その外側に一次巻線 106 が巻かれ、ボビン 102 の軸内をコア 108 の中軸が挿通されている。このように、二次巻線 104 の外側に一次巻線 106 を巻くことにより、ボビン 102 の軸内を挿通するコア 108 に発生する鎖交磁束が極力大きくなるように設計されている。

【0006】また、ソフトスイッチング用トランスの一例を図 12 に示した。図 12 (A) に示すように、トランス 100 は、一次巻線 106 及び二次巻線 104 がボビン 102 に分割して巻かれている。このため、図 12 (B) に示すように、一次巻線 106 側から二次巻線 104 側にかけて漏洩磁束 $\Delta \phi$ が発生し、磁束 ϕ_a は磁束 ϕ_b となる。そして、この漏洩インダクタンスにより共振用インダクタンスを構成する。この場合、一次巻線と二次巻線との相対位置関係により鎖交磁束量が決まる。

【0007】この漏洩インダクタンスは、例えば以下のようにして求めることができる。まず、一次巻線に流れる電流 i_1 によって発生する主磁束を ϕ_1 、漏洩磁束を ϕ_{s1} とすると次式が成り立つ。

$$\text{【0008】 } W_1 (\phi_1 + \phi_{s1}) = L_1 \cdot i_1 \quad \cdots (1)$$

ここで、 W_1 は一次巻線の巻数、 L_1 は一次巻線のインダクタンス。また、二次巻線に流れる電流 i_2 によって発生する主磁束 ϕ_2 、漏洩磁束 ϕ_{s2} とすると次式が成り立つ。

$$\text{【0009】 } W_2 (\phi_2 + \phi_{s2}) = L_2 \cdot i_2 \quad \cdots (2)$$

ここで、 W_2 は二次巻線の巻数、 L_2 は二次巻線のインダクタンス。また、一次巻線—二次巻線間の相互誘導を M とすれば次式が成り立つ。

$$\text{【0010】 } W_2 \cdot \phi_1 = M \cdot I_1 \quad \cdots (3)$$

$$W_1 \cdot \phi_2 = M \cdot I_2 \quad \cdots (4)$$

(1) 式、(3) 式より次式が成り立つ。

【0011】

【数 1】

$$\frac{W_1}{W_2} \cdot M \cdot i_1 + W_1 \cdot \phi_{s1} = L_1 \cdot i_1 \quad \cdots (5)$$

【0012】上記(5)式より次式が成り立つ。

*【数2】

【0013】

$$\frac{W_1}{W_2} \cdot M \cdot i_1 + W_1 \cdot \frac{F_1}{R_1} = L_1 \cdot i_1 \quad \cdots (6)$$

【0014】ここで、 R_1 は空間の漏れ磁気抵抗であ

※【0016】ここで、 $1/R_1 = A \cdot L_1$ であり（ A はコア固有の定数）、(7)式は次式で示される。

る。また、 F_1 は起磁力であり、 $F_1 = W_1 \cdot i_1$ で表されるので、(6)式は次式で表される。

【0017】

【0015】

【数4】

【数3】

$$\frac{W_1}{W_2} \cdot M + \frac{W_1^2}{R_1} = L_1 \quad \cdots (7)$$

$$A \cdot L_1 \cdot W_1^2 = L_1 - \frac{W_1}{W_2} \cdot M \quad \cdots (8)$$

【0018】(8)式より一次漏洩インダクタンス L_{11} は、次式で示される。

★【数5】

$$L_{11} = A \cdot L_1 \cdot W_1^2 = L_1 - \frac{W_1}{W_2} \cdot M \quad \cdots (9)$$

【0020】上記と同様にして一次漏洩インダクタンス L_{12} は、次式で示される。

【0021】

【数6】

$$L_{12} = L_2 - \frac{W_2}{W_1} \cdot M \quad \cdots (10)$$

【0022】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の漏洩インダクタンスは一次巻線と二次巻線との位置関係、すなわちボビンの形状によって決定される鎖交磁束量によって定められるため、必要とする漏洩インダクタンスに応じて形状の異なるボビンを製造しなければならない、という問題があった。

【0023】本発明は、上記問題を解決すべく成されたものであり、漏洩インダクタンスを容易に可変にすることができがけるトランス及びトランス容量を有効に利用することができる電源装置を提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、漏洩インダクタンスを任意に可変にできるような調整機構を備えた構造にすればよい。

【0025】図13(A)には本出願人による巻線間距離に対する漏洩インダクタンスの測定結果を示した。この巻線間距離に対する漏洩インダクタンスの測定は、図

13(B)に示すような構成で行った。すなわち、コア108に巻かれかつインダクタンスを測定するためのLCRメータ110が接続された巻線Bを図中矢印方向へ移動させ、コア108に巻かれかつ短絡された巻線Aに近づけながらLCRメータ110により漏洩インダクタンス L を測定した。

【0026】図13(A)に示すように、巻線Aと巻線Bとの間の巻線間距離 ΔX が大きくなるに従って漏洩インダクタンス L も大きくなっている。これは、起磁力源（一次巻線側）から見た等価磁気抵抗が、巻線間距離により変化するので相対的に巻線Aと巻線Bとの間の漏洩磁束が変化することによる。

【0027】従って、漏洩インダクタンスを任意に可変にするには、一次巻線と二次巻線との相対位置関係を可変にすることができる構造にすることが好ましい。すなわち、一次巻線と二次巻線との相対位置関係を可変にすることにより鎖交磁束量が増加することを利用する。

【0028】なお、漏洩インダクタンスの測定方法は、一例として図14(A)に示すようなトランスの簡易等価回路により求められることが一般的に知られている。図14(A)に示すトランスの等価回路は、抵抗 112 （抵抗値 g_0 ）及びインダクタンス 114 （インダクタンス値 b_0 ）の並列回路に、抵抗 116 （抵抗値 r_1 ）、インダクタンス 118 （インダクタンス値 x_1 ）、抵抗 120 （抵抗値 $a_2 \cdot r_2$ ： a はトランスの巻き数比で決まる定数）、インダクタンス 122 （イン

ダクタンス値 $a^2 \cdot x^2$ の直列回路で構成されている。

【0029】このような等価回路に対して、図14

(B)に示すように、二次側を短絡してLCRメータ110で漏洩インダクタンスを測定する場合、抵抗112は開放、抵抗116、120は短絡されたとみなしてよい。従って、一次側から見た漏洩インダクタンス Δx は次式で示される。

【0030】

【数7】

$$\Delta x = \frac{b0 \cdot \Delta x}{b0 + \Delta x} \quad \dots (11)$$

【0031】ただし、 $b0 \gg \Delta x$ 。

【0032】このように、巻線の相対位置関係において漏洩インダクタンスが一義的に決定されるため、巻線間を任意に設定できることが好ましい。

【0033】そこで、請求項1記載の発明のトランスは、一次巻線を巻くための第1のボビンと、二次巻線を巻くための第2のボビンと、前記第1のボビン及び前記第2のボビンを挿通する鉄心と、前記鉄心の長手方向における前記第1ボビンと前記第2ボビンとの距離を調整するための調整手段と、を備えたことを特徴としている。

【0034】この発明によれば、一次巻線を巻くための第1のボビン及び二次巻線を巻くための第2のボビンに鉄心、すなわちコアが挿通されている。第1のボビンの巻かれた一次巻線に電流を流すことにより、電磁誘導により二次巻線に一次巻線と二次巻線の巻数比に応じた電流が流れる。そして、一次巻線及び二次巻線に電流が流れることにより、電流の向きと交差する方向、すなわち、鉄心の長手方向に磁束が発生する。

【0035】調整手段は、鉄心の長手方向、すなわち磁束が発生する方向における第1のボビンと第2のボビンとの距離を調整する。このように、鉄心の長手方向における第1のボビンと第2のボビンとの距離を調整することができるため、目標とする漏洩インダクタンスを容易に設定することができる。

【0036】なお、調整手段は、請求項2にも記載したように、第1のボビン及び第2のボビンの少なくとも一方を移動可能に支持する支持手段とすることができる。これは、例えば鉄心又は鉄心を覆う部材にねじ山を設け、第1のボビン及び第2のボビンにねじ溝を設けてねじ構造として支持するようにしてもよいし、第1のボビン及び第2のボビンを両側からナット等で締めつけるようにして支持してもよい。

【0037】また、請求項3にも記載したように、調整手段を鉄心の長手方向における第1のボビンと第2のボビンとの距離を規制するスペーサとしてもよい。

【0038】請求項4記載の発明は、一次巻線及び二次巻線を巻くためのボビンと、前記ボビンを挿通するた

の軸部を有し、かつ前記一次巻線及び前記二次巻線が巻かれたボビンの周囲の所定領域に連結した第1の鉄心と、前記軸部に連結され、前記第1の鉄心に対して前記所定領域と異なる所定領域に回転可能に支持された第2の鉄心と、を備えたことを特徴とする。

【0039】この発明によれば、第1の鉄心は、一次巻線及び二次巻線を巻くためのボビンを挿通するための軸部を有しており、このボビンの周囲の所定領域に連結されている。例えば、第1の鉄心は、鉄心に発生する磁束が周回するような形状とすることができる。

【0040】第2の鉄心は、第1の鉄心の軸部に連結され、第1の鉄心に対して所定領域と異なる所定領域に回転可能に支持されている。例えば、第2の鉄心は、鉄心に発生する磁束が周回するような形状とすることができる。

【0041】このように、回転可能に支持されているため、第1の鉄心又は第2の鉄心の何れかの鉄心を固定した場合に、他方の鉄心を回転させることができる。これにより、第1の鉄心と第2の鉄心との間の空間磁気抵抗を変化させることができる。空間磁気抵抗が変化すると漏洩インダクタンスも変化するため、何れかの鉄心を回転させて固定することにより漏洩インダクタンスを容易に目標値に設定することができる。

【0042】また、従来における一般的なソフトスイッチング用電源装置の一例を図15に示す。図15に示すように、スイッチング電源装置130は、1次巻線132A及び中点が設けられた2次巻線132Bを備えたトランス134を備えている。トランス134は、漏洩インダクタンス136を内蔵している。

【0043】1次巻線132Aの一端は、共振用コンデンサ138の一端、MOS-FET140Aのソース端子及びMOS-FET140Bのドレイン端子が接続されている。MOS-FET140Aのドレイン端子は直流電源142のプラス側及び入力電圧分圧用コンデンサ144Aの一端に接続されている。入力電圧分圧用コンデンサ144Aの他端は、共振用コンデンサ138の他端、1次巻線132Aの他端及びコンデンサ144Bの一端に接続されている。コンデンサ144Bの他端はMOS-FET140Bのソース端子に接続されると共に直流電源142のマイナス側に接続されている。

【0044】MOS-FET140A、140Bのゲート端子は制御回路146が接続されている。制御回路146は、MOS-FET140A、140Bを所定のタイミングで交互にオンオフさせる制御信号をMOS-FET140A、140Bのゲート端子に出力する。これにより、トランス134の1次巻線132Aに極性が異なる電圧が交互に印加される。すなわち、1次巻線132A側の回路は、所謂ハーフブリッジ型となっている。

【0045】トランス134の2次巻線132Bの一端は、整流用ダイオード148のアノードが接続されてお

10

20

30

40

50

り、二次巻線 132B の他端は、整流用ダイオード 150 のアノードが接続されている。整流用ダイオード 148、150 のカソードは平滑用チョークコイル 152 の一端に接続されている。平滑用チョークコイル 152 の他端は出力用コンデンサ 154 の一端及び負荷 156 に接続されている。また、二次巻線 132B の中点は、出力用コンデンサ 154 の他端及び負荷 156 に接続されている。

【0046】また、図示は省略したが、負荷 156 への出力電圧を検出する検出回路を備えており、制御回路 146 は、検出電圧に基づいて出力電圧が安定するように MOS-FET 140A、140B を制御する。

【0047】このようなスイッチング電源装置 130 の各部の動作波形を図 16 に示す。図 16 (E) に示すように、適正負荷時には、共振用コンデンサ 138 の電圧 V3 は、MOS-FET 140A、140B の休止期間 (図 16 (C) に示す Toff 期間) に充放電するが、軽負荷時には、図 16 (D) に示すように、漏洩インダク

$$V_{s'} = (N_s / N_p) \cdot (V_p - V_r) \quad \cdots (13)$$

通常は、電圧の低下と共に周波数制御又はデューティ制御により出力電圧が安定するように制御回路 146 で制御されるが、制御領域を逸脱した場合、出力が低下するという問題があり、トランスの容量を十分に生かすことができない場合がある。このような場合、例えば軽負荷側と定格負荷側とのインダクタンスを切り替えることにより、漏洩インダクタンスに蓄積されるエネルギーを制御することができる。

【0051】そこで、請求項 5 記載の発明は、複数の一次巻線と二次巻線とが巻かれたボビンと、前記ボビンを挿通するための鉄心と、を備えたトランスと、前記複数の一次巻線に印加する電力をスイッチングするためのスイッチング手段と、前記二次巻線側に誘起する電力に応じて対応する一次巻線を選択するための選択手段と、を備えたことを特徴とする。

【0052】この発明によれば、複数の一次巻線を備えている。この複数の一次巻線は、漏洩インダクタンスが各々異なる値となるようにボビンに巻かれる。選択手段は、スイッチング手段により一次巻線に印加された電力がスイッチングされ、これにより二次巻線側に誘起された電力に応じて対応する一次巻線を選択する。例えば、二次巻線側に出力された電力が大きい場合には漏洩インダクタンスが小さい一次巻線を選択し、二次巻線側に出力された電力が小さい場合には漏洩インダクタンスが大きい一次巻線を選択する。

【0053】このように、出力電力に応じて漏洩インダクタンスを選択することができるため、軽負荷時から重負荷時まで最適にソフトスイッチングすることができる。

【0054】

【発明の実施の形態】〔第 1 実施形態〕以下、図面を参

* クタンス 136 に蓄積されたエネルギーが共振用コンデンサ 138 に吸収され、電圧 V3 が電源電圧 Vin になる前に MOS-FET 140A が動作する。このため、ハードスイッチング動作となる。

【0048】また、図 16 (F) に示すように、重負荷時には、漏洩インダクタンス 136 に蓄積されたエネルギーが共振用コンデンサ 138 に吸収されなくなり、電圧 V3 が電源電圧 Vin を超えるようになる。このとき、トランス 10 の一次巻線 132A に発生する電圧 Vp' は漏洩インダクタンス 136 で発生する電圧を Vr とすると次式で示される。

$$【0049】V_{p'} = V_p - V_r \quad \cdots (12)$$

これにより、トランス 134 に一次側から見た電圧 Vp' は低下することになる。一方、二次側に発生する電圧 Vs' は一次巻線 132A の巻数を Np、二次巻線 132B の巻数を Ns とすると次式で示される。

【0050】

照して本発明の第 1 実施形態について説明する。

【0055】図 1 (A) には、本発明に係るトランス 10 の平面図が示されている。また、同図 (B) には同図 (A) に示したトランス 10 の A-A' 線断面側面図が、同図 (C) には同図 (A) に示したトランス 10 の正面側から見た正面図が、同図 (D) には同図 (C) の側面図がそれぞれ示されている。また、図 2 にトランス 10 の分解図を示した。

【0056】図 1 (A) に示すように、トランス 10 はボビン 12 及びコア 14 を備えている。ボビン 12 は、図 1、2 に示したように、2 つのボビン 12A、12B で構成されており、コア 14 は、略 E 字状のコア 14A、14B で構成されている。また、図 1 (B) ~ (D) に示すように、ボビン 12A、12B には、トランス 10 を基板に取り付けるための端子 16 が複数個設けられている。

【0057】ボビン 12A、12B の中軸 20 にはねじ山が設けられており、ボビン 12A、12B の中軸 20 内にはコア 14A、14B を取り付けするための取り付け穴が設けられている。これにより、コア 14A、14B は、ボビン 12A、12B に取り付けることができる。

【0058】また、ボビン 12A の中軸 20 にはねじ山が設けられており、この中軸 20 が図示しない一次巻線を巻くための一次巻線用ボビン 22 を挿通し、ナット 24、26 によって一次巻線用ボビン 22 を両側から締め付ける構成となっている。このナット 24、26 は、非磁性材又は磁性材から成り、ナット 24、26 の締め付ける位置を調整することにより、一次巻線用ボビン 22 の位置を調整することができる。すなわち、一次巻線用ボビン 22 はコア 14 の中軸方向に沿って移動可能であり、任意の位置で固定することができる。

【0059】同様に、ボビン12Bの中軸20にはねじ山が設けられており、この中軸20が図示しない二次巻線を巻くための二次巻線用ボビン28を挿通し、ナット30、32によって二次巻線用ボビン28を両側から締め付ける構成となっている。このナット30、32は、非磁性材又は磁性材から成り、ナット30、32の締め付ける位置を調整することにより、二次巻線用ボビン28の位置を調整することができる。すなわち、二次巻線用ボビン28はコア14の中軸方向に沿って移動可能であり、任意の位置で固定することができる。

【0060】このように、一次巻線用ボビン22及び二次巻線用ボビン28を任意の位置に設定することができるため、図1(A)に示す一次巻線と二次巻線との間の巻線間距離 ΔX を任意に設定することができる。

【0061】なお、一次巻線用ボビン22は本発明の第1のボビンに、二次巻線用ボビン28は本発明の第2のボビンに、中軸18は本発明の鉄心に、ナット24、26、30、32は本発明の支持手段に各々対応する。

【0062】漏洩インダクタンスの設定は以下のようにして行う。まず一次巻線用ボビン22をナット24、26で固定し、二次巻線用ボビン28を締め付けるナット30、32を緩めておくと共に、図14(B)に示すように、二次巻線側を短絡する。そして、二次巻線用ボビン28を例えば一次巻線用ボビン22から最も離れた場所から徐々に近づけながら、LCRメータ110により一次巻線側から見た漏洩インダクタンスを測定する。そして、測定した漏洩インダクタンスが目標値と一致した場合に二次巻線用ボビン28をナット30、32で締め付けて固定する。

【0063】このように、一次巻線と二次巻線との間の巻線間距離を任意に設定することができるため、漏洩インダクタンスを容易に目標値に設定することができる。従って、製品の歩留まりを向上させることができると共に、漏洩インダクタンスを用いてソフトスイッチング動作をさせることができるスイッチング電源を容易に構成することができる。

【0064】〔第2実施形態〕次に、本発明の第2実施形態について説明する。第2実施形態では、第1実施形態において説明したトランス10の変形例について説明する。なお、第1実施形態で説明したトランス10と同一部分については同一符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0065】図3に示すトランス10は、スペーサ34、36、38を備えている。これらのスペーサは、ねじ40、42、44によりボビン12に各々固定される。一次巻線用ボビン22はスペーサ34、36によって両側から挟まれることにより固定され、二次巻線用ボビン28はスペーサ36、38によって両側から挟まれることにより固定される。

【0066】このように、一次巻線と二次巻線との間の

巻線間距離はスペーサの厚みによって定まる。従って、厚みが各々異なる複数種類のスペーサ34、36、38を用意しておき、目標とする漏洩インダクタンスが得られるスペーサ34、36、38の組み合わせを選択して固定する。

【0067】なお、ねじ40、42、44を磁性体で構成することでコア14の磁束分布が乱れる場合には、ねじ40、42、44を非磁性体で構成するようにしてもよい。また、ねじ40、42、44に代えて接着剤によりスペーサ34、36、38をボビン12に固定してもよい。

【0068】〔第3実施形態〕次に、本発明の第3実施形態について説明する。第3実施形態では、上記実施形態におけるトランス10の変形例について説明する。なお、上記実施形態で説明したトランス10と同一部分については同一符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0069】図4(A)には、本実施形態に係るトランス10の平面図が示されている。また、同図(B)には、同図(A)に示すトランス10の正面図が、同図(C)には同図(B)に示すトランス10のA-A'線断面側面図が示されている。

【0070】図4(A)に示すように、トランス10は、コア14A、14Bを備え、コア14Aの中軸18がボビン12の中軸内を挿通している。ボビン12は、図4(A)に示すように中央部で仕切板46により一次巻線用と二次巻線用とに分割されている。

【0071】仕切板46には、図4(C)に示すように、スライド穴48が2箇所設けられている。コア14A、14Bはコア固定部材50により支持され、コア固定部材50は、ナット52をスライド穴48を通して締めつけることにより、仕切板46に固定される。また、ナット52を緩めることにより、コア14Aをスライド穴48に沿って図4(C)において矢印A方向に移動させることができる。なお、コア14Bは固定されている。すなわち、コア14Aを移動させることにより、コア14Aとコア14Bとの相対位置関係を変化させることができる。

【0072】このようにコア14Aとコア14Bとの相対位置関係が変化すると、両者間の空間磁気抵抗が変化し、漏洩インダクタンスが変化する。従って、コア14Aとコア14Bとの相対位置関係を変化させることにより漏洩インダクタンスを任意に設定することができる。

【0073】なお、コア14Aは本発明の第1の鉄心に、コア14Bは本発明の第2の鉄心に各々対応する。

【0074】漏洩インダクタンスの設定は以下のようにして行う。すなわち、コア固定部材50を固定するためのナット52を緩めておくと共に、二次巻線側を短絡する。そして、コア14Bを例えば図4(C)に示す矢印A方向へ徐々に移動させながら、LCRメータ110により一次巻線側から見た漏洩インダクタンスを測定す

る。そして、測定した漏洩インダクタンスが目標値と一致した場合にコア 14A をナット 52 で締め付けて固定する。

【0075】このように、コア 14A、とコア 14B との相対位置関係を調整することができるため、容易に目標とする漏洩インダクタンスを設定することができる。

【0076】なお、図 5 に示すように、スライド穴 48 に代えて、複数の取り付け穴 54 を仕切板 46 に設けておき、この取り付け穴 54 にコア固定部材 50 をナット 52 で仕切板 46 に固定するようにしてもよい。また、ナット 52 に代えて、接着剤で仕切板 54 に固定するようにしてもよい。

【0077】〔第 4 実施形態〕次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。第 4 実施形態では、漏洩インダクタンスを負荷状況において選択可能なスイッチング電源装置について説明する。

【0078】図 6 に示すように、スイッチング電源装置 60 は、1 次巻線 54A、54B 及び中点が設けられた 2 次巻線 56 を備えたトランス 10 を備えている。また、トランス 10 は、漏洩インダクタンス 58A、58B を内蔵しており、図 6 に等価回路的に示した。

【0079】トランス 10 は、図 7 (A) に示すように、ボビン 12 及びコア 14 を備えている。コア 14 の中軸 18 はボビン 12 の中軸 20 内を挿通している。ボビン 12 の中軸 20 には二次巻線 56 が巻かれ、その外側に一次巻線 54B が、さらにその外側に一次巻線 54A が各々巻かれている。

【0080】図 7 (A) に示すように、二次巻線 56、一次巻線 54A、54B の巻線幅（発生する磁束方向における幅、すなわち中軸 20 の長手方向）は各々異なっている。すなわち、二次巻線 56、一次巻線 54B、54A の順で巻線幅が小さくなっている。このため、一次巻線 54A と二次巻線 56 との間又は一次巻線 54B と二次巻線 56 との間に異なる大きさの漏洩インダクタンスが発生する。このようなトランスの電氣的構造を等価回路的に図 7 (B) に示した。この場合、漏洩インダクタンス 58A のインダクタンス値 $L_{r1} >$ 漏洩インダクタンス 58B のインダクタンス値 L_{r2} となる。

【0081】このような一次巻線 54A、54B を負荷状況に応じて選択的に切り替えることで漏洩インダクタンス 58A、58B を切り替えることにより、出力電流の大きさに応じて漏洩インダクタンスに蓄えられるエネルギー W_{Lr1} を制御することが可能となる。

【0082】図 6 に示すように、1 次巻線 54A、54B の一端は、トランジスタ 62A、62B のコレクタに各々接続されている。トランジスタ 62A、62B のエミッタは、共振用コンデンサ 64 の一端及び電圧分割用コンデンサ 66、68 の一端に接続されている。電圧分割用コンデンサ 66 の他端は直流電源 70 のプラス側及び MOS-FET 71 のドレインに接続され、電圧分割

用コンデンサ 68 の他端は直流電源 70 のマイナス側及び MOS-FET 72 のソースに接続されている。

【0083】MOS-FET 71 のソース及び MOS-FET 72 のドレインは 1 次巻線 54A、54B の他端に接続されている。

【0084】MOS-FET 71、72 のゲートは制御回路 76 が接続されている。制御回路 76 は、MOS-FET 71、72 を所定のタイミングで交互にオンオフさせる制御信号を MOS-FET 71、72 のゲート端子に出力する。これにより、トランス 10 の 1 次巻線 54A 又は 54B に極性が異なる電圧が交互に印加される。すなわち、1 次巻線側の回路は、所謂ハーフブリッジ型となっている。

【0085】トランス 10 の 2 次巻線 56 の一端は、整流用ダイオード 78 のアノードが接続されており、2 次巻線 56 の他端は、整流用ダイオード 80 のアノードが接続されている。整流用ダイオード 78、80 のカソードは平滑用チョークコイル 82 の一端に接続されている。平滑用チョークコイル 82 の他端は出力用コンデンサ 84 の一端及び負荷 86 に接続されている。また、2 次巻線 56 の中点は、出力用コンデンサ 84 の他端及び電流検出手段 88 に接続されている。

【0086】電流検出手段 88 は基準電圧電源 90 及び比較器 92 に接続されている。電流検出手段 88 は、負荷 86 へ供給される電流を検出し、電圧に変換して比較器 92 へ出力する。比較器 92 では、検出電圧と基準電圧 V_{ref} とを比較し、比較結果を選択回路 94 へ出力する。例えば、検出電圧が基準電圧 V_{ref} 以上であればハイレベル、検出電圧が基準電圧 V_{ref} 以下であればローレベルを出力する。選択回路 94 は、駆動回路 96、98 に接続されている。駆動回路 96A はトランジスタ 62A に接続され、駆動回路 96B はトランジスタ 62B に接続されている。

【0087】選択回路 94 は、例えば有接点スイッチ回路や半導体スイッチなどの無接点スイッチ回路を用いることができ、比較結果に応じて駆動回路 96A 又は 96B を選択する。例えば、比較器 92 がローレベルを出力している場合、すなわち検出電圧が基準電圧 V_{ref} 未満の場合（軽負荷時）には、漏洩インダクタンスが大きい一次巻線 54A を選択すべく駆動回路 96A を選択する。これにより、駆動回路 96A はトランジスタ 62A をオンし、一次巻線 54A に電流が流れるようになる。このとき、駆動回路 96B は選択されていないため、トランジスタ 62B はオフのままであり、一次巻線 54B に電流が流れることはない。

【0088】このような軽負荷時では、トランス 10 の一次巻線 54A に流れる電流 I_{in} により漏洩インダクタンス 58A にエネルギー W_{Lr1} が蓄えられる。このエネルギー W_{Lr1} は、MOS-FET 71、72 が共に休止（オフ）の期間に共振用コンデンサ 64 に伝達され、図

6に示すV3の電位を上昇させる。すなわち、図16でも示したように、MOS-FET71、72が共に休止の期間が終了するまでにエネルギー W_{L1} の伝達が完了すればV3の電位は入力電圧 V_{in} と同じになり、MOS-FET71がオンする。

【0089】しかしながら、出力電流が増加して漏洩インダクタンス58Aに蓄えられるエネルギー W_{L1} が増加して共振用コンデンサ64で吸収しきれなくなると、図16に示したようにMOS-FET71、72が共に休止の期間が終了する前にV3の電位が入力電圧 V_{in} と同じになってしまう。

【0090】このため、比較器92がハイレベルを出力している場合、すなわち検出電圧が基準電圧 V_{ref} 以上の場合には、漏洩インダクタンスが小さい一次巻線54Bを選択すべく駆動回路96Bを選択する。これにより、駆動回路96Bはトランジスタ62Bをオンし、一次巻線54Bに電流が流れるようになる。このとき、駆動回路96Aは選択されていないため、トランジスタ62Aはオフのままであり、一次巻線54Aに電流が流れることはない。

【0091】このように、検出電圧が基準電圧 V_{ref} 以上の場合には、漏洩インダクタンスが小さい一次巻線54Bを選択するので、一次巻線54Bに流れる電流 I_{L2} によりエネルギー W_{L1} よりも小さいエネルギー W_{L2} が漏洩インダクタンス58Bに蓄えられる。従って、共振用コンデンサ64に充電されるエネルギーの蓄積時間が最適となり、V3の電圧波形が図16(E)に示すように最適となる。すなわち、最適なソフトスイッチング動作となる。

【0092】このように、出力電流が大きいときには漏洩インダクタンスが小さい方の一次巻線を選択することにより、余剰エネルギーが存在することがなく、V3の電圧上昇を抑制することができる。これにより、トランスの一次側電圧を減少させるような逆方向電圧 V_L が発生するのを防ぐことができる。

【0093】このように、漏洩インダクタンスの切り替えによりスイッチング波形の立ち上がり、立下り特性を改善することができるため、図8に示すように、従来のように共振条件を満足せず、制御で安定化できない領域においても、図8に点線で示したように出力電圧を安定化させることができる。

【0094】また、図9に点線で示したように、漏洩インダクタンスの切り替えにより従来のトランス容量を超えてトランス容量を有効に利用することができる。

【0095】〔第5実施形態〕次に、本発明の第5実施形態について説明する。第5実施形態では、第4実施形態で説明したスイッチング電源装置の変形例について説明する。なお、第4実施形態で説明したスイッチング電源装置と同一部分については同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0096】図10に示すスイッチング電源装置が図6に示すスイッチング電源装置と異なる点は、トランジスタ62A、62Bに代えてMOS-FET73、74が追加され、共振用コンデンサ65が追加されている点である。

【0097】このようなスイッチング電源装置では、軽負荷時には、選択回路94により漏洩インダクタンスが大きい一次巻線54Aを選択すべく駆動回路96Aが選択される。これにより、駆動回路96AはMOS-FET71、72を制御し、一次巻線54Aに電流が流れるようになる。このとき、駆動回路96Bは選択されていないため、MOS-FET73、74はオフのままであり、一次巻線54Bに電流が流れることはない。

【0098】一方、出力電流が大きくなり、検出電圧が基準電圧 V_{ref} 以上になった場合には、漏洩インダクタンスが小さい一次巻線54Bを選択すべく駆動回路96Bが選択される。これにより、駆動回路96BはMOS-FET73、74を制御し、一次巻線54Bに電流が流れるようになる。このとき、駆動回路96Aは選択されていないため、MOS-FET71、72はオフのままであり、一次巻線54Aに電流が流れることはない。

【0099】このように、検出電圧に応じて漏洩インダクタンスを切り替えることができるため、最適なソフトスイッチング動作を行うことができる。また、共振用コンデンサが漏洩インダクタンス毎に別々に設けられているため、回路設計を容易にすることができる。

【0100】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1乃至請求項4記載の発明によれば、漏洩インダクタンスを目標値に容易に設定することができる、という効果を有する。

【0101】また、請求項5記載の発明によれば、軽負荷時から重負荷時まで最適にソフトスイッチングさせることができる、という効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態におけるトランスの概略構成図である。

【図2】 第1実施形態におけるトランスの分解図である。

【図3】 第2実施形態におけるトランスの分解図である。

【図4】 第3実施形態におけるトランスの概略構成図である。

【図5】 第3実施形態におけるトランスの概略構成図である。

【図6】 第4実施形態におけるスイッチング電源装置の概略構成図である。

【図7】 第4実施形態におけるトランスの概略構成図である。

【図8】 漏洩インダクタンスを切り替えた場合の出力特性について説明するための線図である。

【図 9】 漏洩インダクタンスを切り替えた場合の出力特性について説明するための線図である。

【図 10】 第 5 実施形態におけるスイッチング電源装置の概略構成図である。

【図 11】 従来におけるハードスイッチング用のトランスの概略構成図である。

【図 12】 従来におけるソフトスイッチング用のトランスの概略構成図である。

【図 13】 巻線間距離と漏洩インダクタンスとの関係について説明するための図である。

【図 14】 トランスの簡易等価回路とリーケージインダクタンスの測定について説明するための図である。

【図 15】 従来におけるスイッチング電源の概略構成*

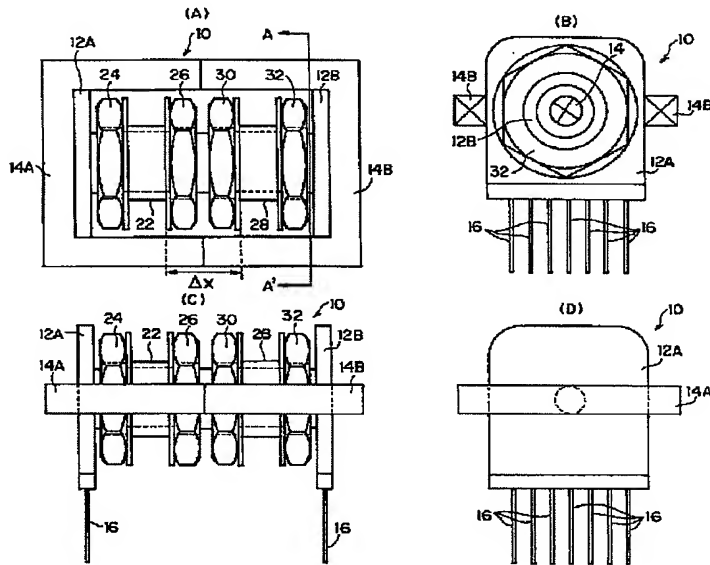
* 図である。

【図 16】 従来におけるスイッチング電源の各部の波形を示す波形図である。

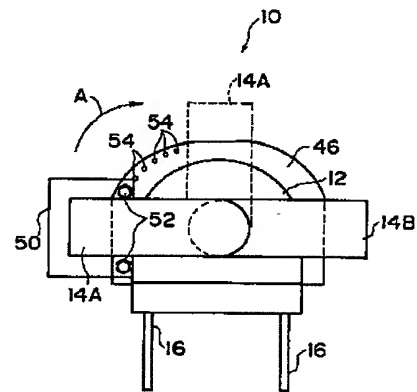
【符号の説明】

- | | |
|-------------|----------|
| 10 | トランス |
| 12 | ボビン |
| 14 | コア |
| 16 | 端子 |
| 18 | チョークコイル |
| 22 | 一次巻線用ボビン |
| 24、26、30、32 | ナット |
| 28 | 二次巻線用ボビン |

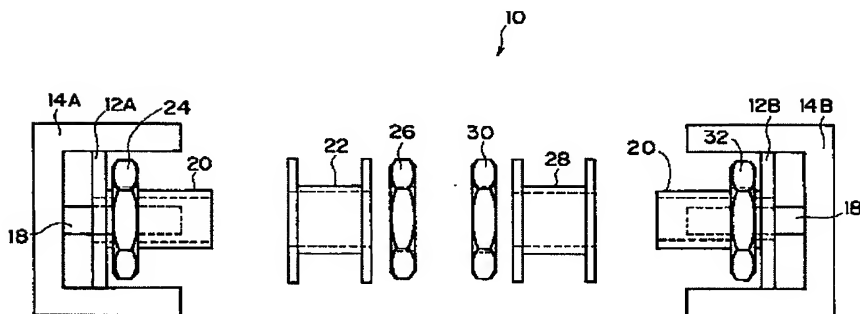
【図 1】



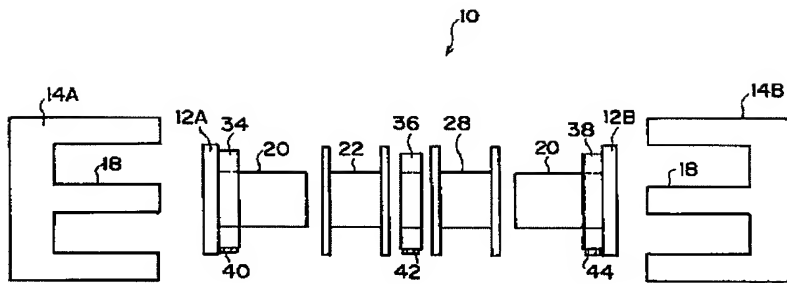
【図 5】



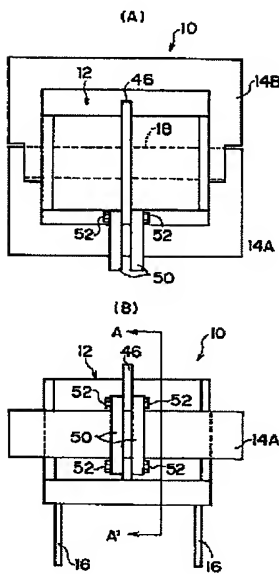
【図 2】



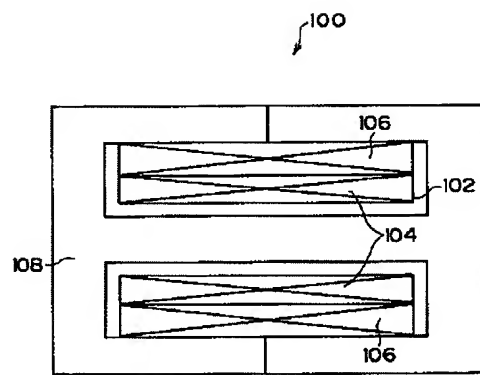
【図 3】



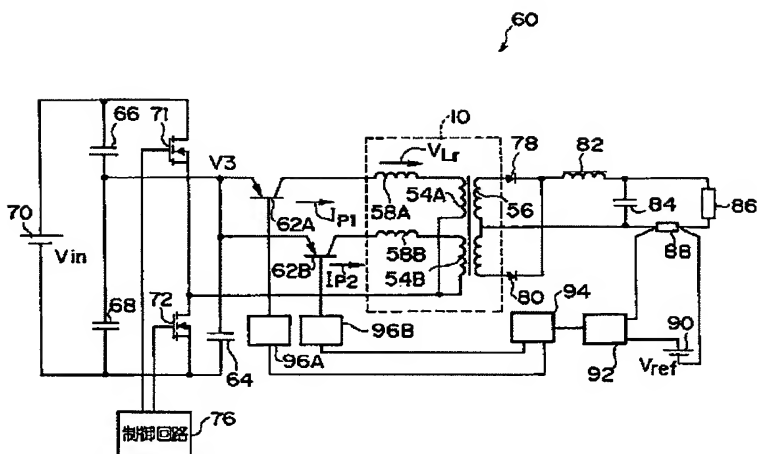
【図 4】



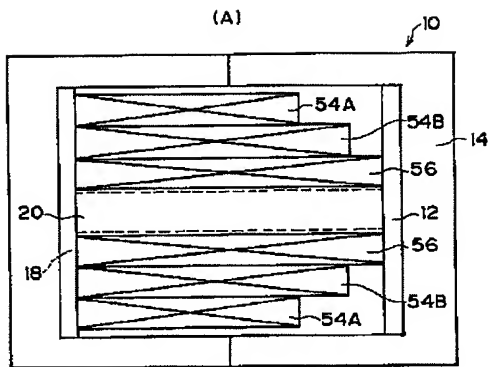
【図 11】



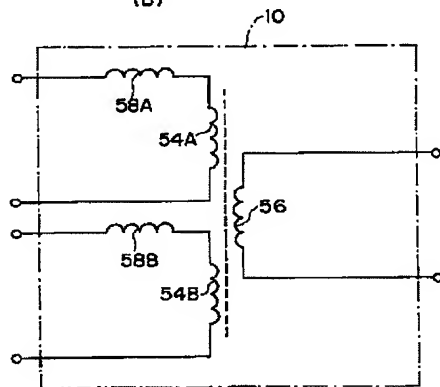
【図 6】



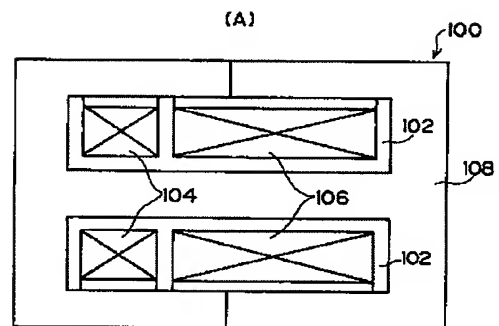
【図 7】



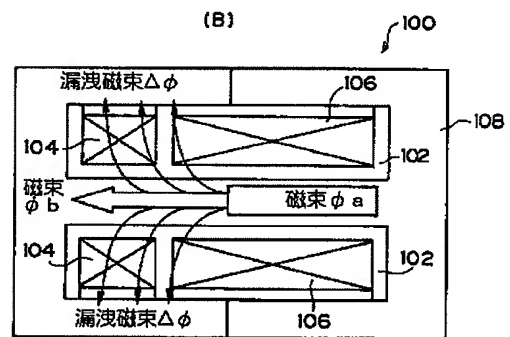
(B)



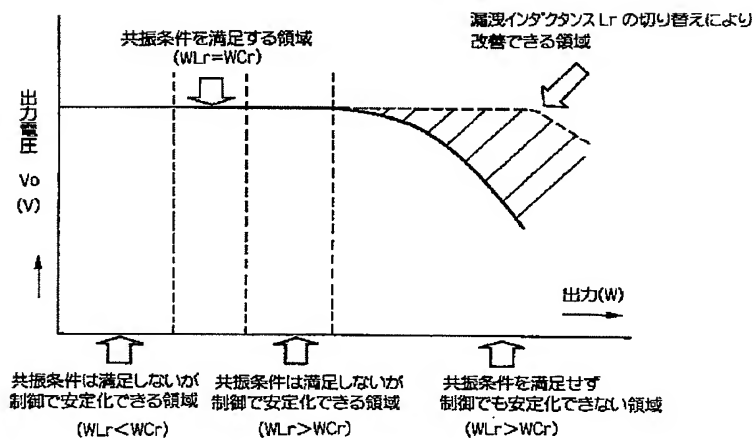
【図 12】



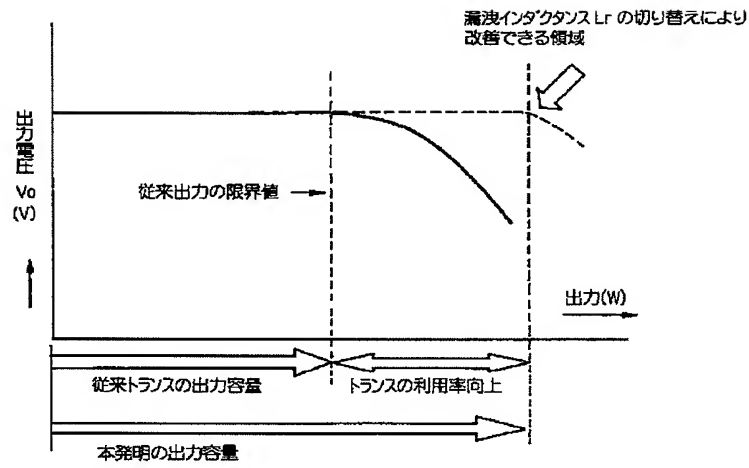
(B)



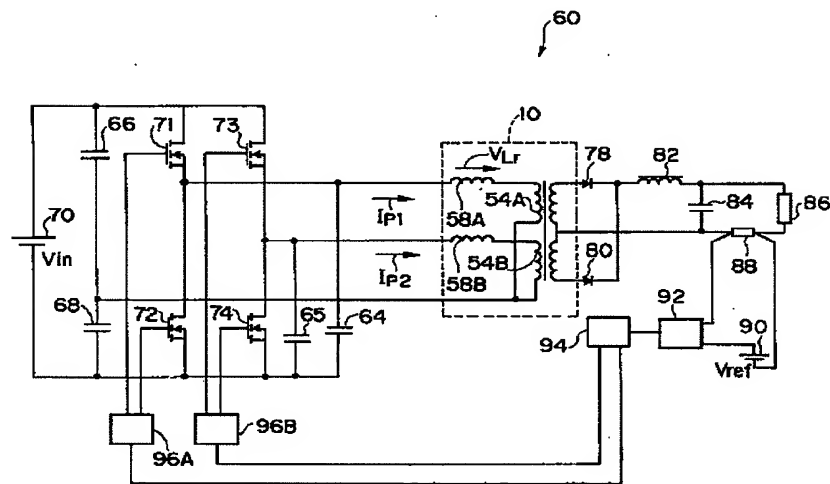
【図 8】



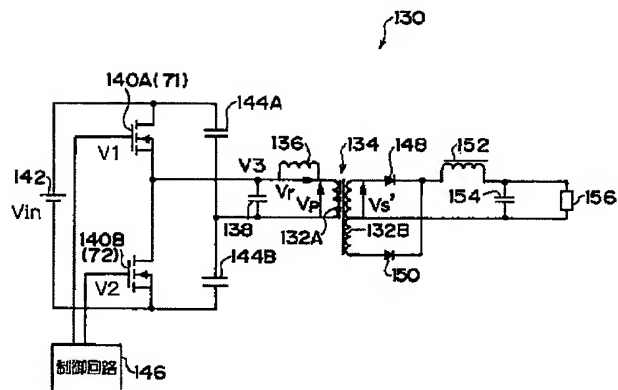
【図 9】



【図 10】

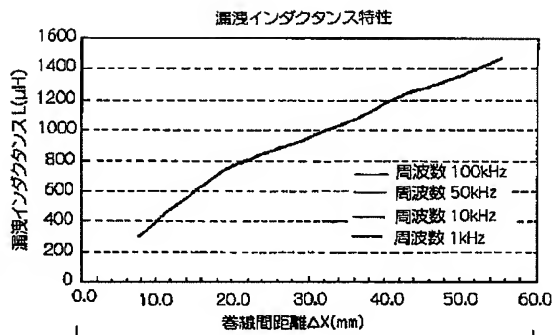


【図 15】

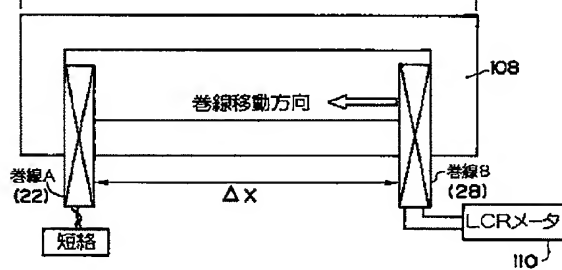


【図 13】

(A)

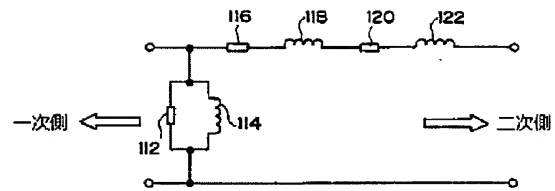


(B)

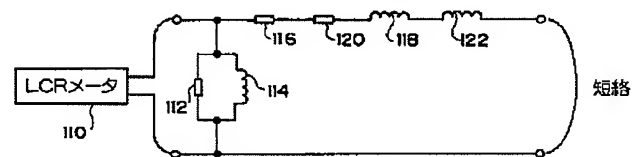


【図 14】

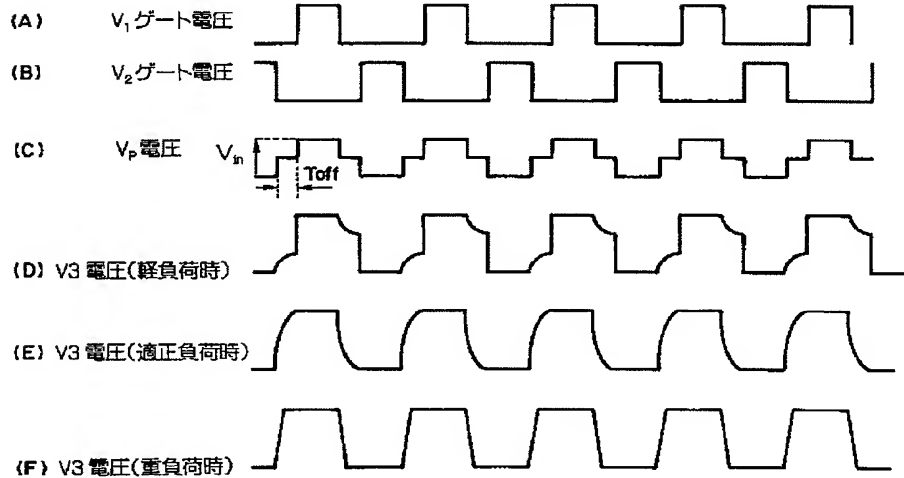
(A)



(B)

一次側から見た漏洩インダクタンス ΔX 

【図 16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

H 01 F 30/00

H 02 M 3/28

識別記号

F I

H 01 F 27/24

31/00

テーマコード(参考)

Z

M